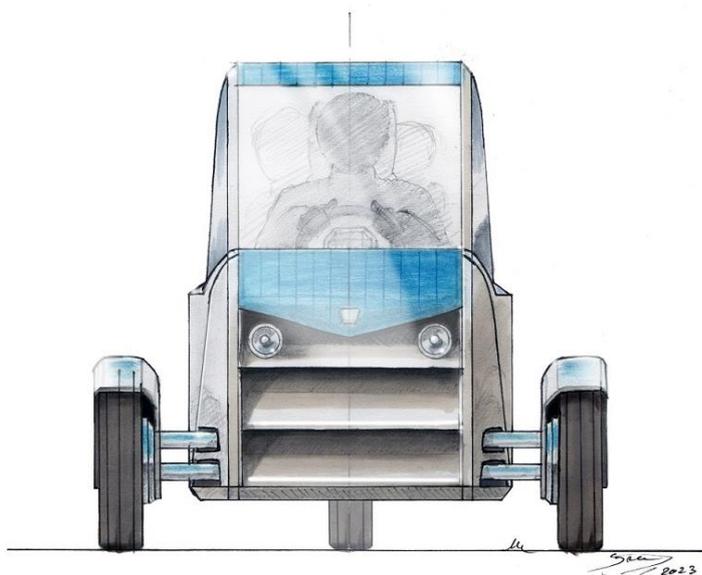
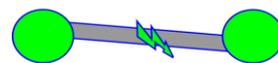


08/09/2023

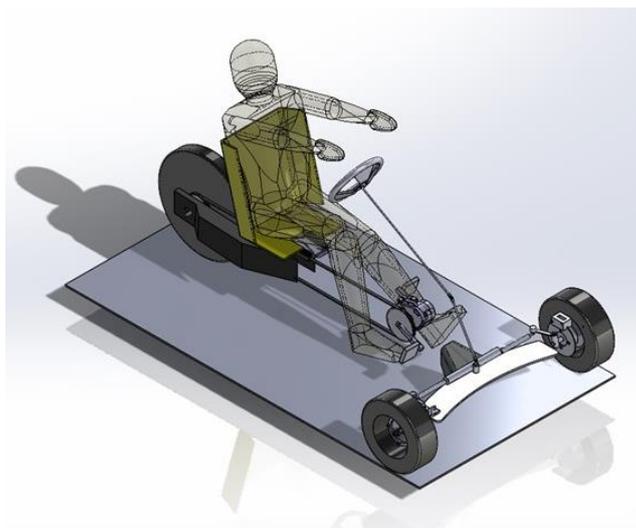
Partie technique

e-GoCAR

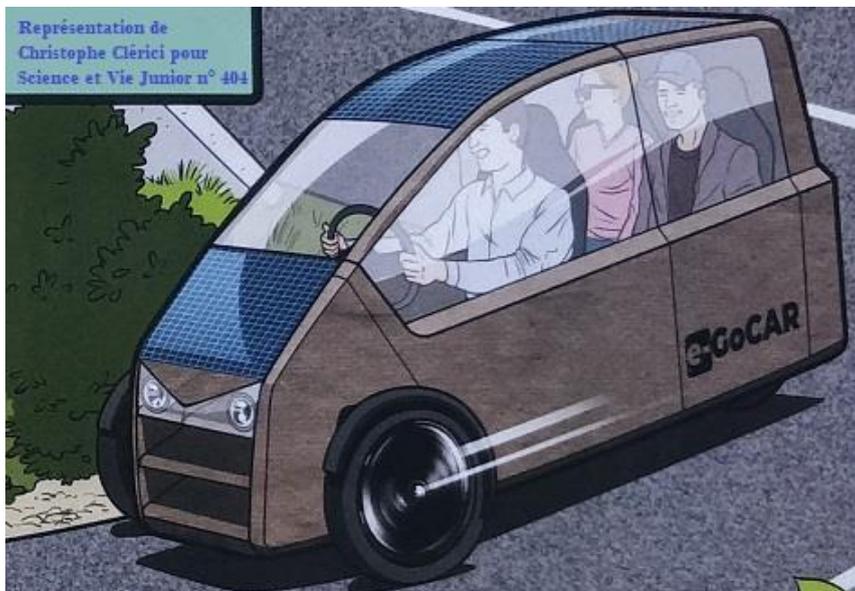
e-GOKART



Design e-GoCAR by Jérôme Moulin, [Le Moulin à idées](#)



Design e-GokART par Benoît Jarret
Expert automobile et moniteur de pilotage



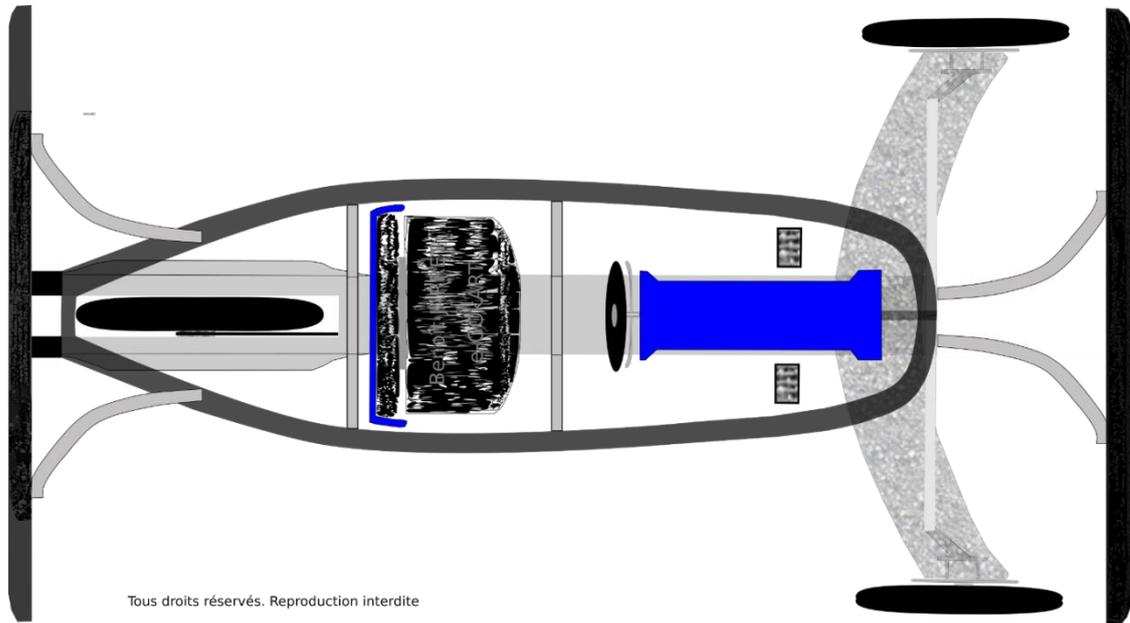
Equipe e-GoCAR :
Saison 2 XD

Représentation de Christophe CLERICI pour
[Science et Vie Junior](#) N°404 d'avril 2023

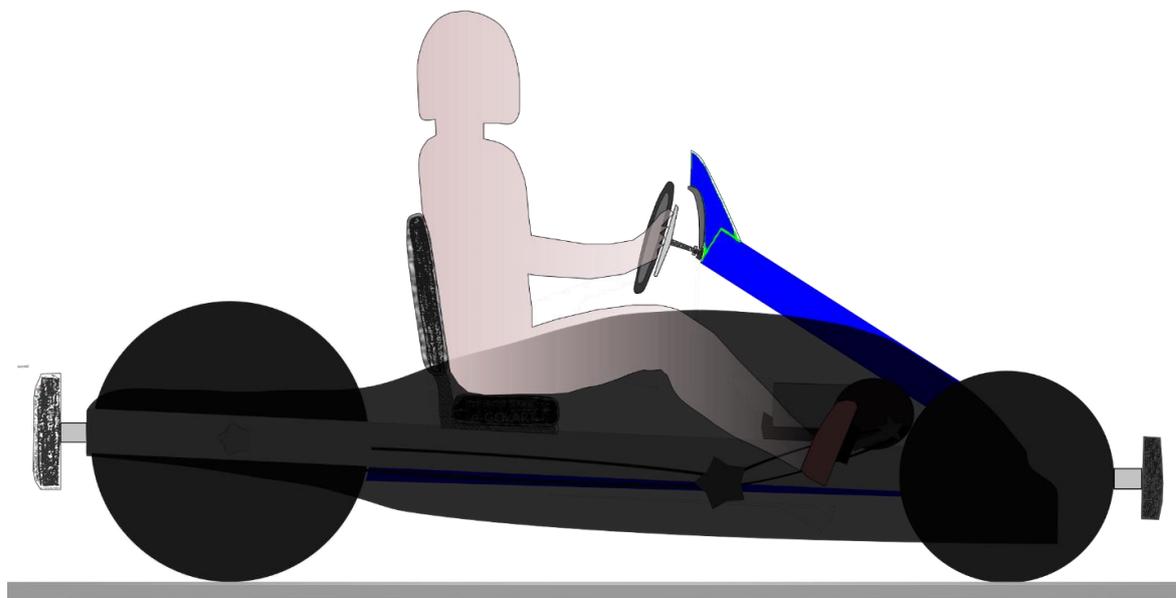
Hervé SERVIGNAT LUZ'IN
Lionel SERRA EM-PROJECT
Jérôme MOULIN [Le Moulin à idées](#)
Benoît JARRET e-GoCAR

*Les images peuvent être soumises
à des droits d'auteur*

Structure originale du véhicule le plus simple (il n'aura pas de carénage en 2024):



e-GOkART



APPROCHE GLOBALE POUR LA CONSTRUCTION : (e-COCONSTRUCTION !)

Il faut partir de zéro car les Go-karts à pédales existants ne sont pas assez performants pour rouler sur route, tant au niveau du freinage que de la tenue de route et de la vitesse de pointe, sans compter que la position de conduite est inadaptée à un effort prolongé.

A noter que les vélos à assistance électrique disposent de technologies et systèmes intéressants qui ont maintenant fait leurs preuves tout comme les récentes propositions de micro-cars et scooters électriques arrivés sur le marché disposent de pièces qui pourraient avantageusement équiper l'e-GoCAR, surtout si fabriquées en France.

Les vélomobiles carénés en position semi allongée sont les engins les plus efficaces mais ils sont très bas et peuvent difficilement rouler en sécurité dans la circulation actuelle.

Ils ne sont pas non plus assez pratiques pour convenir aux besoins du quotidien, notamment au niveau des rangements, sans compter que l'accès à leur poste de conduite n'est pas adapté pour convenir au plus grand nombre.

L'e-GoCAR souhaite offrir une alternative crédible à toutes les personnes qui souhaitent se passer d'une voiture classique pour la majorité de leurs déplacements en introduisant sur le marché une offre située entre ces vélomobiles extrêmes et les microcars type Renault Twizy et Citroen AMI qui font presque 500 Kg et demandent donc une énergie (électrique) non négligeable pour se déplacer. (et sont donc difficilement rechargeables avec des panneaux solaires disposés sur le toit d'une maison individuelle ou une ombrière photovoltaïque individuelle, par exemple).

Pour rester dans l'esprit « éco-responsable » et être cohérent, les matériaux et les systèmes utilisés devront répondre à un cahier des charges strict et précis qui intégrera pleinement les externalités environnementales, à tous les niveaux, de la production au recyclage du véhicule en passant par les consommables, la fiabilité et la durabilité.

SOLUTIONS TECHNIQUES RETENUES :

- Pour le véhicule à pédales et à assistance électrique (e-GokART) comme pour celui avec génératrice d'électricité à pédales (e-GoCAR) nous avons sélectionné le principe du vélo semi-allongé qui offre un bon maintien du haut du corps.

C'est l'idéal pour les débutants et les gens qui n'ont pas fait de cardio depuis longtemps, mais surtout cette position permet de forcer longtemps sans avoir mal au dos.

Exemple de Marques: Tunturi, Nautilus ou BH en exemple ci-après :



Crédit photo, voir source :

<https://www.fitnessboutique.fr/fitness/velo-semi-allonge/bh-fitness-comfort-evolution-program/prod-bhfh8565.html>

Les images peuvent être soumises à des droits d'auteur

Cette **position** permet d'améliorer l'**endurance** et les **capacités respiratoires**, fait travailler la face avant des **cuisses**, les **ischios-jambiers** et les **mollets** de façon **plus intense** qu'avec le vélo classique. (on sollicite également les **abdominaux et fessiers**).

Ce type de machine est **conseillé pour les gens ayant des problèmes de dos**, la position du corps et le maintien **diminuent la tension portée aux lombaires**.

Il est également plus confortable, doux pour les articulations, et donc **efficace**, car il permettra de faire de l'exercice plus longtemps pour améliorer les conditions physiques.

Après test personnel en salle de sport :

Possibilité pour un débutant de sortir **120 W** sur **10 min** en poussant à **220 W** sur **1 min**. Les sportifs aguerris arrivent à sortir **700 W** sur plusieurs dizaines de secondes.

La configuration en vélo « pédalo » permet donc une élévation des jambes, ce qui favorise une **meilleure circulation sanguine** tout en diminuant l'effort à fournir.

- **Pour être efficient le véhicule devra être le plus léger et le plus simple possible.**

Ce résultat ne pourra être obtenu qu'en limitant au maximum le nombre de pièces le composant et en utilisant des matériaux légers :

- Le châssis/plancher intégrera la roue arrière, il pourra être réalisé en matériau composite, à condition qu'il soit biosourcé avec un impact environnemental limité, mais l'aluminium a été choisi dans un premier temps pour l'**e-GokART** pour des raisons de simplicité et de disponibilité : il sera intéressant de faire des comparaisons en analysant le cycle de vie de plusieurs matières.

Le recyclage et la revalorisation des matières composites sont de plus en plus développés et le marché ne va cesser de croître dans les années à venir pour répondre aux défis environnementaux. (voir CreCoF : Comité de recyclage des Composites France).

Une attention particulière devra également être portée dès la conception sur les méthodes de réparation du châssis et des autres éléments du véhicule afin que l'on ne soit pas obligé de remplacer toute la pièce en cas de choc sur une partie seulement.

Le point sensible sur l'impact environnemental du composite est notamment l'utilisation de résines issues de l'industrie chimique mais des solutions bio sourcées voient le jour et méritent d'être encouragées.

- Le composite sera aussi parfaitement adapté pour le train avant qui pourrait être basé sur une lame de ressort réalisée en fibre de verre ou de carbone.

Ci-dessous et page suivante : exemple de trains avant et arrière en fibre de verre ultra rigide fabriqués pour le concept-car PEUGEOT 208 Hybrid FE en partenariat avec TOTAL.



Crédit photo, voir source :
Les images peuvent être soumises
à des droits d'auteur

https://www.challenges.fr/automobile/francfort-2013/peugeot-208-hybrid-fe-francfort-2013_12292#animatedModal

Dans ce cas les éléments de suspension en composite encaissent des forces et des couples infiniment plus importants que dans le cas de l'e-GokART et de l'e-GoCAR. (accélération équivalente à une 208 GTI de 200cv).

Bien que cette 208 n'ai pas vocation à être produite, ce démonstrateur technologique est des plus réalistes. L'objectif fixé des 49-8 (49 g de CO2 par km et 8 secondes de 0 à 100 km/h) a été dépassé puisque l'Hybrid FE atteint 46 g/km, soit 1,9 l d'essence aux 100 kms ! Malheureusement on n'a pas fait mieux depuis... (mais a t'on seulement essayé !?!)

Source : article de Christophe Congrega du 20/05/2014

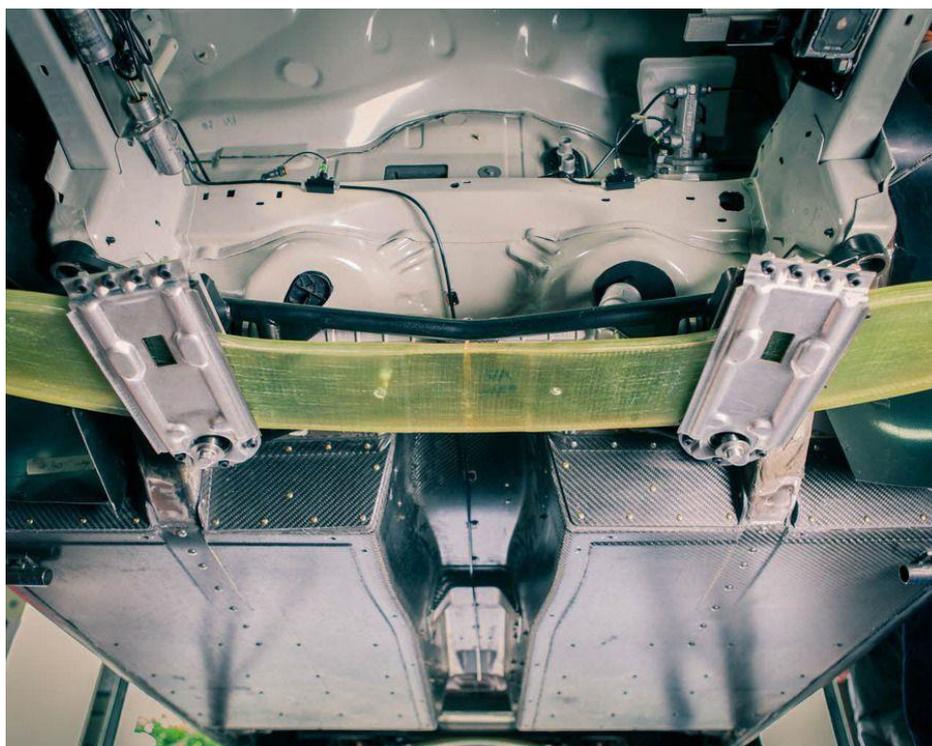
<https://www.automobile-magazine.fr/toute-l-actualite/article/1624-actualites-peugeot-mesures-exclusives-peugeot-208-hybrid-fe>

Un travail important a été fait sur l'aérodynamique du véhicule avec un SCx de 0.47 au lieu des 0.61 sur la PEUGEOT 208 1.0L VTi de série.

Le poids est passé de 975 Kg à 795 Kg tout en gardant les volumes et l'aspect du véhicule d'origine, mais cela s'est fait au prix de modifications importantes à tous les niveaux.

Les pneus spéciaux sont bien moins larges et plus hauts que ceux d'origine : 145/65R19.

On voit ici plus en détail la lame de suspension arrière en composite (fibre de verre à priori) et le plancher en fibre de carbone :



Crédit photo, voir source :

https://www.challenges.fr/automobile/francfort-2013/peugeot-208-hybrid-fe-francfort-2013_12292#animatedModal

Les images peuvent être soumises à des droits d'auteur

Pour revenir à l' **e-GokART** et à l' **e-GoCAR** :

- Ils auront 2 roues avant pour avoir une bonne agilité en gardant la stabilité et en optimisant le pouvoir directionnel. (type Alligt 20 ou Twizy pour e-GoCAR).

Cette configuration appelée « Tadpole » Trike pour les véhicules typés cycles ou Reverse Trike pour les engins plus lourds et puissants permet une bien meilleure stabilité que les véhicules 3 roues qui n'ont qu'une roue avant.

En effet, un transfert de charge vers l'avant a lieu dans la phase de freinage qui précède en général l'arrivée dans un virage et une seule roue avant peut facilement déséquilibrer le véhicule en cas de changement brutal de direction.

Pour lutter contre ce phénomène, il est important d'abaisser au maximum le centre de gravité du véhicule en plus de privilégier une conception avec deux roues avant qui seront mieux placées pour guider le véhicule en virage en permettant un appui du côté extérieur à celui-ci, ce que ne pourra faire une seule roue placée dans l'axe de déplacement du véhicule.

Plus la voie avant (distance entre les deux roues avant) est large et plus le véhicule sera stable. (test fait sur circuit pendant 24H avec une voie de 1.60M de large).

Si en plus d'un centre de gravité bas et d'une voie avant large, l'empattement (distance entre roues avant et roue arrière) est court, le véhicule aura un comportement très efficace avec une stabilité optimum qui permettra de prendre les virages en toute sécurité grâce à une tenue de route parfaite.

- La lame de suspension avant en composite, en plus de remplacer les bras de suspension, permettra de se passer également des ressorts et des amortisseurs.
- Une roue arrière suffira pour propulser le véhicule, ce qui limitera le poids en évitant les organes de transmission, roue, fusée, moyeu, boulons, etc.
- La propulsion du démonstrateur **e-GokART** sera assurée par la force musculaire lors du pédalage du conducteur, assistée électriquement grâce au bloc pédalier Valeo **EffiGear Cyclee** avec moteur 48V et boîte de vitesses automatique intégrée.

(la propulsion électrique de l'e-GoCAR sera assurée par un moteur-roue à flux axial de 11kW (nominal) qui sera fixé sur la partie arrière du plancher derrière le siège passagers.

Il faudra veiller à ce que le système d'hybridation électrique et la lame avant ne soient pas exposés aux chocs, notamment dans la partie basse en cas de montée sur trottoir :

L'**e-GoCAR** pourra être équipé d'une récupération d'énergie à la décélération et au freinage, celle-ci sera surtout pertinente dans les territoires vallonnés et montagneux ou la recharge de la batterie dans les descentes ne sera pas négligeable.

Le démonstrateur sera en catégorie VAE avec assistance limitée à 25 km/h et n'aura pas besoin d'homologation, tant qu'il n'est pas proposé à la vente, (catégorie **L1e-A**).

En revanche le modèle routier plus rapide sera homologué en catégorie **L5e**.

- Les batteries pourront trouver leur place sur le châssis entre les glissières de siège et la colonne de direction, sous le pédalier pour être bien calées tout en étant facile d'accès.

Le premier véhicule test **e-GokART** aura une batterie clipsable de 1240Wh type vélo cargo sachant que le véhicule fera environ 60kg mais qu'il devra pouvoir porter une charge de 100 kg en plus d'un conducteur de 100 kg.

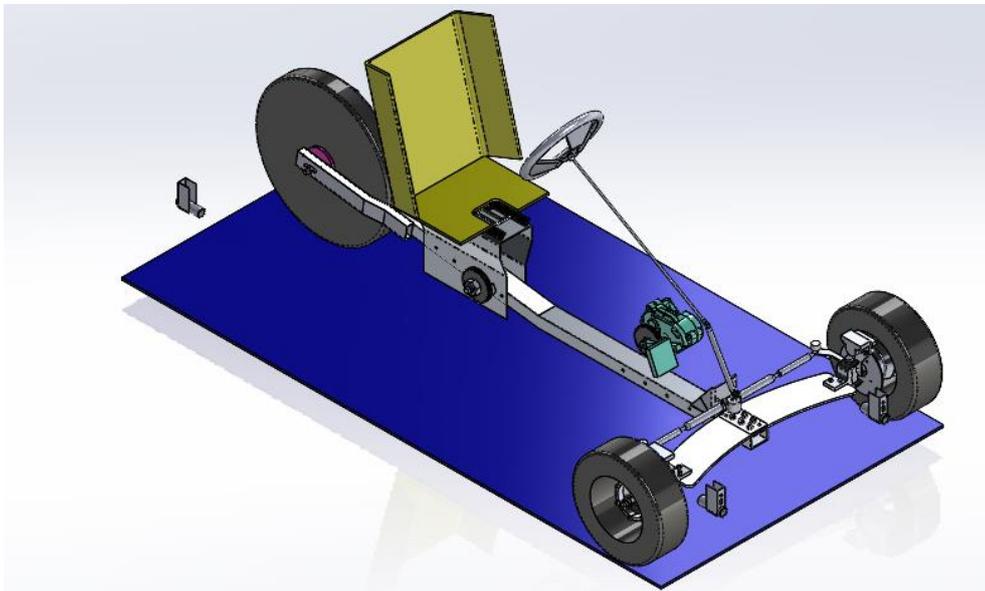
L'e-GoCAR aura une plus grosse batterie mais celle-ci restera bien plus petite que les petites voitures électriques citadine du marché, elle sera du même type que les quadricycles lourds et pourra être complétée en option par du batterie swapping.

Une batterie de traction 48V avec 5.35 kWh de capacité comme celle de la CITROEN AMI permet de faire 70 kms avec 1 charge pour ce véhicule de 482 Kg.

Conception de l'e-GoCAR: en partant de l'e-GokART :

CAO de l' e-GokART par l'IUT d'ANNECY avec le logiciel SolidWorks de Dassault System.

- Voici une première représentation en 3D des éléments positionnés dans l'espace :



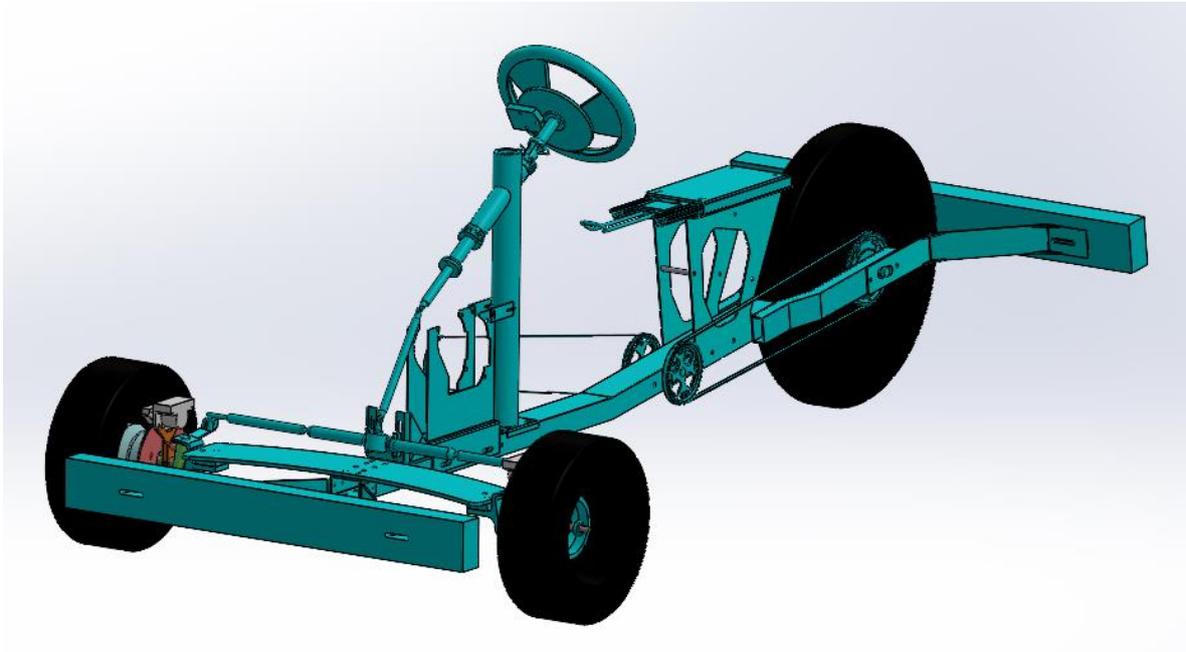
Représentation protégée, tous droits réservés, reproduction interdite.

Lame de suspension avant en composite (fibre de lin et résine bio-sourcée) :



Le support du siège n'a pas ici l'apparence du modèle final, il a été conçu ainsi uniquement pour le démonstrateur afin de pouvoir facilement faire évoluer la position de conduite dans le cadre de l'étude posturale prévue sur le prototype roulant :

C'est le support du bloc **Valeo Effigear Cyclee** pour l'assistance électrique de l'**e-GokART** qui apparaît sur la CAO ci-dessous, il sera remplacé par une génératrice électrique à pédales sur l'**e-GoCAR** afin de transmettre l'énergie issue de la puissance humaine.



Représentation protégée, tous droits réservés, reproduction interdite

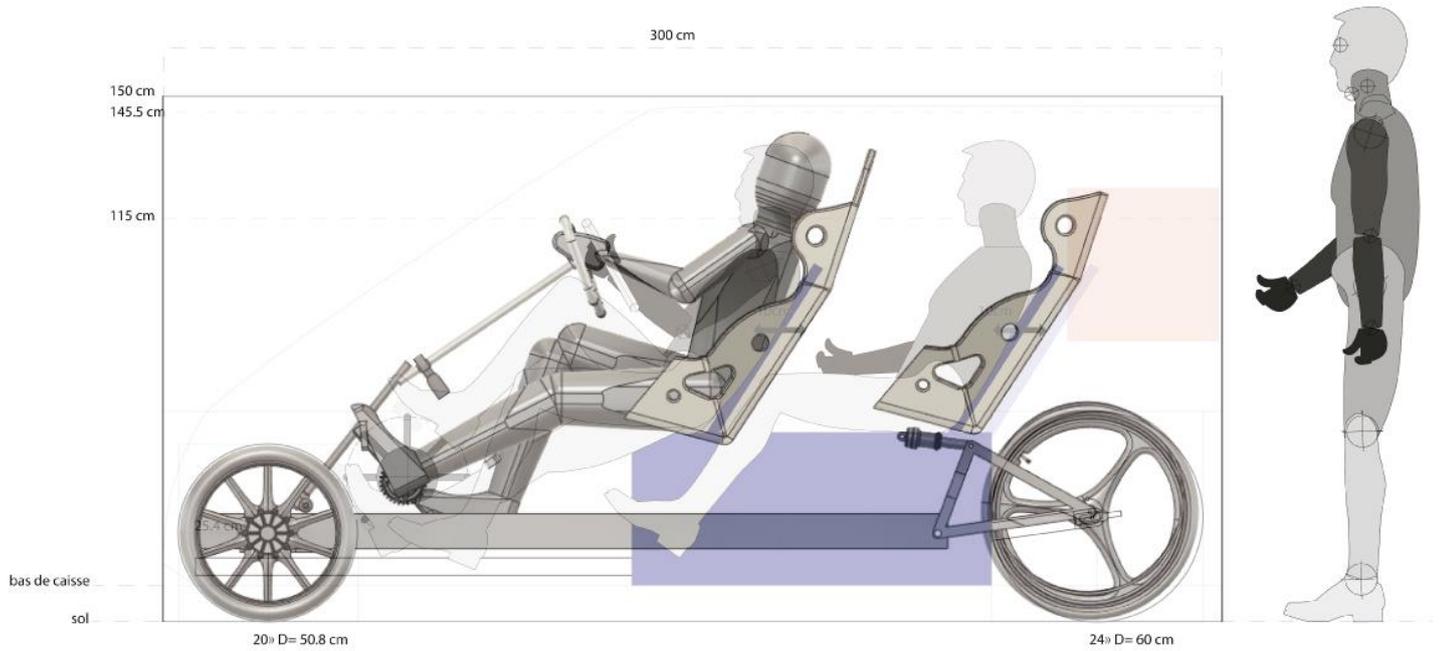
Le démonstrateur n'a pas vocation à être industrialisé sous cette forme, il n'aurait un impact que très limité sur la transition de la mobilité individuelle contrairement au potentiel de l'**e-GoCAR** page suivante, dont les plans en licence Creative Commons ont été réalisés pour la saison 1 idéation de l'extrême défi ADEME.

Une étude de marché sera quand même réalisée auprès des stations de moyennes montagnes qui n'ont plus assez de neige et qui cherchent des activités « toutes saisons » pour se diversifier.

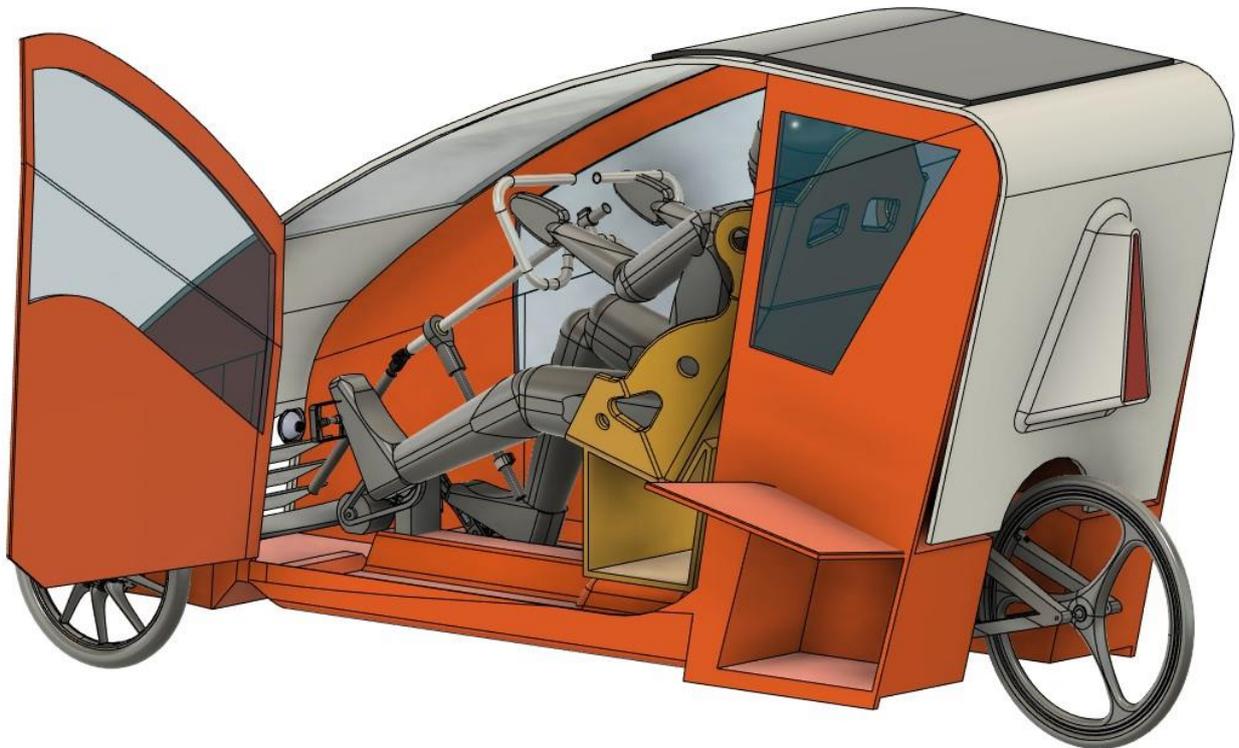
Le démonstrateur sera également présenté à des bergers de haute montagne ou à des responsables de refuges d'alpage afin de tester la pertinence d'un véhicule autonome en énergie dans ces endroits.

Ce véhicule tout terrain extrême pourra également servir dans des zones désertiques.

En effet il sera alimenté à l'arrêt véhicule éteint par un panneau solaire 200W pliable et mobile qui pourra aussi bien servir pour alimenter le véhicule que pour alimenter une station d'énergie portable type Bluetti EB55 (537 Wh et 700W) qui permet d'éclairer une pièce pendant 25H ou de charger environ 45 fois un téléphone portable.



Vue véhicule 3 places avec dimensions par Jérôme Moulin pour saison 1 XD



**Vue CAO d'Hervé Servignat (Luz'In) pour saison 1 XD avec e-GoCAR
Licence Creative Commons BY -NC - ND**

Exemple de pièces déjà fabriquées lors du dépôt du dossier en juillet 2023 :

Support disque de frein



On voit ci-contre un pneumatique adapté à un déplacement « hors-pistes » qui pourra convenir pour des chemins caillouteux ou boueux, voire enneigés ou carrément dans du sable.

Autre caractéristique de l'e-GokART:

- Il aura une palette derrière le volant pour actionner le freinage hydraulique :



Et une protection contre les intempéries extrêmement simple :

Exemple ci-contre sur le TRIMTAB 3X3 :

Crédit photo, voir source :
<https://www.pixelandtimber.com/trimtab-3x3>

Les images peuvent être soumises à des droits d'auteur



La première version de l'e-GokART sera donc autonome en énergie, avec protection intempéries et sera capable de tracter une petite remorque adaptée pour les cycles. Le véhicule sera «autostable» et pourra avantageusement remplacer un quad «tout terrain» pour se déplacer hors des sentiers battus voir même dans des zones désertiques, du sable et de la neige, en emportant des caisses de nourriture et/ou du matériel.



L'e-GokART version « tout-terrain » à la sortie de l'IUT d'Annecy fin juin 2023.

Il reste à fabriquer, entre autres, la colonne de direction réglable, sachant que le support de siège est également réglable en hauteur tout en pouvant être incliné, ce qui permettra d'optimiser la position de conduite dans le cadre de la saison 2 de l'eXtrême Défi.

Il est en effet très compliqué d'obtenir un bon compromis entre la position optimum pour forcer sur les jambes confortablement et efficacement en pédalant et la position de conduite idéale telle que définie pour ressentir la machine au mieux, gérer les éventuelles pertes d'adhérence ou plus généralement le comportement du véhicule.

L'e-GokART va être équipé du bloc pédalier Cyclee monté avec courroies de transmission mais plusieurs pièces sont à concevoir et fabriquer, la lame de suspension va être optimisée afin de tester le comportement du train avant innovant et ultra léger.

Un support permettant d'embarquer des caisses de chaque côté de la roue arrière va être conçu, des feux, rétroviseur, klaxon et autres clignotants vont être ajoutés pour permettre la circulation sur route, afin de ne pas limiter l'usage.

« Le moyen le plus fiable de prédire l'avenir est de le créer ». Abraham Lincoln

Le Moulin à idées

Design spécialisé en propositions éco-responsables

Luz'In

Manufacture de proximité, FabLab, Ingénierie mécanique

EM-Project

Association dédiée à la mobilité propre, SunTrip, SunRace, EcoRace

e-GoCAR

Expertise automobile, conception et développement véhicules